北海道の津波堆積物研究の現状と課題：17世紀巨大津波による堆積物の研究を中心に

Review of previous studies on tsunami deposits in Hokkaido, northern Japan: Focusing on the studies of deposits from 17th century large tsunamis and others

Abstract

高清水康博*

Yasuhiro Takashimizu*

2012年9月20日受付.

2013年6月19日受理.

* 新潟大学人文社会・教育科学系自然情報講座
Mathematical and Natural Sciences Course,
Faculty of Education, Institute of Humanities,
Social Sciences and Education, Niigata
University, Niigata 950-2181, Japan

Corresponding author: Y. Takashimizu,
takashimi@ed.niigata-u.ac.jp

This paper reviews previous studies on tsunami deposits in Hokkaido, northern Japan. It presents a bibliography of relevant peer-reviewed papers, reports, books, and digital maps. In particular, studies of three 17th Century tsunami deposits (i.e., deposits in the eastern Pacific coast area, deposits in the Iburi coast area related to an unknown earthquake, and deposits of the 1640 Hokkaido Komagatake tsunami), along with the geological features of the deposits, are described in detail to contribute to future tsunami mitigation in Hokkaido. Finally, three areas of research are proposed for future studies on tsunami deposits in Hokkaido: (1) clarification of the tsunami history in unsurveyed areas as part of a paleo-tsunami study, (2) detailed surveys in areas of social infrastructure (e.g., electric power plants, ports and harbors, main roads and railways, industrial and non-industrial waste disposal facilities, water supply network), and (3) identification of trigger events and the precise distribution of 17th Century tsunamis along the Pacific coast of Hokkaido.

Keywords: bibliography, earthquake, Hokkaido, tsunami, tsunami deposits

はじめに

北海道は、世界で最も津波堆積物研究の進んだ重要な研究地域の1つである。この背景として、次のことが考えられる：①太平洋プレートの沈み込み速度が日本列島周辺で最も速い地域の1つであり(約8 cm/年; Seno and Sakurai, 1996), プレート境界型の津波を伴う地震が周期的に発生する地域でもあること, ②地層対比と時間軸の設定の際に有用な精密テフラ層序が確立していること(例えば, 中村ほか, 2002; 町田・新井, 2003; 中村ほか, 2009; Table 1に北海道の津波堆積物研究でよく利用されるテフラを示す), ③近年においても頻繁に津波に襲われていること(例えば, 1993年北海道南西沖地震津波, 2003年十勝沖地震津波や2011年東北地方太平洋沖地震津波など多数), ④道外の日本各地に比べ, 人工改変されずに自然の状態のままの沿岸低地が多く, 容易に津波堆積物調査を行いやすいこと, ⑤多くの研究者および研究機関が, 1990年代半ばから津波堆積物研究を強力に推し進めたこと(特に道東地域ではほぼ同じ時期に複数の研究者が津波分布と津波履歴の解明を行った), および⑥本州とは異なる歴史的背景を持つ北海道において津波災害のあったことを裏付ける正確な年代を示す史料が少ない(特に17世紀以前のものはほとんど無い)ため, 地層から過去の津波履歴を復元・推定する試みが積極的に行われたこと等

が考えられる。その結果, 膨大な数の論文や報告書等が提出された(Table 2)。

北海道の津波堆積物研究で用いられた調査方法は, 他地域でそれぞれ試みられていた手法を総合的に適用し, 目的や地形条件に合わせて適宜組み合わせたものである。すなわち, 次のような手法である：①露頭, トレンチ掘削やピートサンプラー・定方位不攪乱地層採取装置等を用いた簡易掘削からの地層観察(例えば, Nishimura and Miyaji, 1995; 平川・原口, 2001; Sawai, 2002; Nanayama et al., 2003; 添田ほか, 2004; 重野ほか, 2006; Nanayama et al., 2007; 高清水ほか, 2007; Sawai, 2009; 岡村ほか, 2012, 高清水ほか, 2013), ②堆積物分布調査から推定する津波が最低限こまでは浸水した範囲(以下, 津波の最低浸水範囲とする)と標高の復元(例えば, 平川ほか, 2000a; 七山ほか, 2001b, 2002, 2003; 佐竹ほか, 2004; 高清水ほか, 2007), ③精密に編まれた第四紀テフロクロノロジーを用いた津波堆積物の広域対比(例えば, 七山ほか, 2001b, 2002; Nanayama, 2003; 添田ほか, 2003; 七山ほか, 2004; 平川ほか, 2005), ④放射性炭素年代を用いた津波再来間隔の推定(例えば, 七山ほか, 2000, 2001a; 澤井ほか, 2004; 平川ほか, 2005; Nanayama et al., 2007; Sawai et al., 2009), ⑤堆積学的解析による津波流とその堆積物の特徴の復元(例えば, Nanayama et al., 2000; Nanayama and Shigeno, 2006;

Table 1. Holocene tephras that are useful in the study of tsunami deposits in Hokkaido.

Tephra name	Age	Reference
Oshima Ōshima-a (Os-a)	AD1741	Yamada (1958), Sasaki et al. (1970)
Tarumai-a (Ta-a)	AD1739	Yamada (1958)
Komagatake-c2 (Ko-c2)	AD1694	Yamada (1958)
Tarumai-b (Ta-b)	AD1667	Yamada (1958)
Usu-b (Us-b)	AD1663	Yamada (1958)
Komagatake-d (Ko-d)	AD1640	Yamada (1958), Furukawa et al. (1997)
Baitoushan-Tomakomai (B-Tm)	AD929	Kamite et al. (2010)
Mashu-b (Ma-b)	774-976 cal BP	Shoji and Masui (1974), Miyata et al. (1988) and Nakamura et al. (2009)
Tarumai-c2 (Ta-c2)	2.5-2.8 ka cal BP	Yamada (1958), Kelsey et al. (2002)
Mashu-d1 (Ma-d1)	3.267-3.368 ka cal BP	Shoji and Masui (1974), Miyata et al. (1988) and Nakamura et al. (2009)
Komagatake-g (Ko-g)	6.8 ka cal BP	Yamada (1958), Yoshimoto et al. (2008)

高清水ほか, 2013), ⑥微化石を用いた津波堆積物の供給源解明(例えば, 桃井・村田, 1996; 添田ほか, 2004; Nanayama and Shigeno, 2006; 高清水ほか, 2007), および⑦数値計算による巨大津波を発生させた波源モデルの推定(西村・清水, 1993; Nanayama et al., 2003; 佐竹ほか, 2003, 2004; Satake et al., 2008)等を有機的に組み合わせた手法である。これらは, “複合科学としての古津波学”とすることができるだろう。

この総説では, 筆者が2011年(平成23年)東北地方太平洋沖地震による巨大津波発生を受け, 改めて北海道の津波防災を考えた際に, どうしても現時点における北海道内の津波堆積物に関する膨大な研究成果を緊急にまとめる必要があると判断し執筆したものである。なぜなら, 北海道に襲った直近の巨大津波は17世紀前半のものと考えられており, 300–500年程度の再来間隔(例えば, Nanayama et al., 2003; 平川ほか, 2005), あるいは100–300年程度と600–700年程度の2つの再来間隔(Sawai et al., 2009)を持つとされているからである。そして, 直近の発生からおよそ400年が経過した現在は, 今すぐ巨大津波が発生しても不思議ではないという大変に差し迫った状況にあると再三に渡って指摘されている。例えば, すでに内閣府の中央防災会議の日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会(第1回)において, このことが取り上げられ(中央防災会議事務局, 2003), 北海道もこのことを指摘している(北海道, 2012b)。また独立行政法人産業技術総合研究所や地震調査研究推進本部地震調査委員会による一般向けの普及書(独立行政法人産業技術総合研究所, 2006; 地震調査研究推進本部地震調査委員会編, 2009)にも述べられている。

これから北海道の津波堆積物の研究, 評価, 調査等にとりかかる関係者(研究者, 行政, 地質コンサルタント等)が, 最初に行うであろう文献調査に費やす労力は膨大なものであることは容易に想像がつく。そこで, この総説では多分野かつ多数の関係者が北海道を対象とした津波堆積物の研究・評価・調査等を円滑に開始することができるようにするため, 現時点(2013年3月)で著者の把握している道内の津波堆積

物およびそれに関連する論文や報告書等をリスト(Table 2)として示し, 北海道の津波堆積物研究の現状と課題をレビューした。このことによって文献調査にかかる労力を極力軽減し, 多くの関係者によって迅速に北海道の津波堆積物の研究, 評価, 調査等を進めてもらうことができれば, 第一義的には北海道の津波防災のために, そして古津波科学の発展のために有用である。なお, 既に後藤ほか(2012)による日本の津波堆積物研究の文献採録もあるが, 本論ではより北海道の津波堆積物研究に特化するため, 後藤(2012)による採録以外の文献も可能な限り加えてリストとして示すこととした。また, このリストでは推定される津波を波源毎に分類した上で文献採録した。さらに津波堆積物および津波堆積物の可能性のある地層が報告された地点を, Fig. 1に示した。

北海道太平洋岸を襲った17世紀の巨大津波： 太平洋・内浦湾沿岸地域の津波堆積物

北海道の太平洋沿岸および内浦湾(噴火湾)沿岸では広く17世紀の巨大津波の痕跡が確認されている(Fig. 1, Table 2)。この17世紀の巨大津波は3つあり, ①道東海岸(十勝, 釧路, および根室海岸)の“500年間隔地震”による津波, ②1640年北海道駒ヶ岳の山体崩壊起源津波, および③胆振海岸の波源不明17世紀津波である。17世紀巨大津波後から現在に至るまで, 1843年北海道南東岸沖地震津波, 1952年十勝沖地震津波, 2003年十勝沖地震津波, 2011年東北地方太平洋沖地震津波等の津波の来襲(羽鳥, 1973; 西村ほか, 2000a; 高橋・笠原, 2004; 岡崎・地質研究所津波調査班, 2011)はあるものの, 津波堆積物の分布において17世紀に発生した3つの巨大津波と同規模あるいはそれ以上のものは無い。17世紀の巨大津波に関しては多くのことが判明しているが, 未解決の課題もある。北海道を繰り返し襲う巨大津波の特徴を把握するためには, まずは直近の巨大津波である17世紀の巨大津波が残した堆積物の実態解明をすることこそ, 北海道の津波災害を考える上で最も重要な課題の一つである。そこで, 本章ではこれら17世紀の各巨大津波とその堆積物について述べる。

Table 2. Bibliography of peer-reviewed papers, reports, books, and digital maps related to tsunamis and tsunami deposits in Hokkaido.

著者	出版年	論文・報告等の題名	雑誌および書籍名	巻号	頁
いわゆる“500年間隔地震”による津波					
平川ほか	1998	北海道十勝沿岸地域における段丘面上の津波堆積物	日本地震学会講演予稿集		C56
七山	1998	北海道東部, 釧路～根室沿岸地域の津波堆積物の研究(予察)	地質調査所速報平成9年度 活断層・古地震研究調査 概要報告書		1-9
七山・重野	1998	北海道東部, 千島海溝沿岸地域における歴史津波堆積物: 研究序説	月刊海洋号外	15	177-182
七山ほか	1999	堆積学的手法に基づく, 千島海溝沿岸地域における古津波? 履歴調査: 霧多布湿原における研究例	地質調査所速報平成10年 度活断層・古地震研究調査 概要報告書		3-17
平川ほか	2000	北海道十勝沿岸地域における巨大津波と再来間隔: テフラと地形による 検討・評価	月刊地球号外	28	154-161
平川ほか	2000	十勝地方太平洋沿岸地域の巨大古津波	月刊地球号外	31	92-98
七山ほか	2000	千島海溝沿岸域, 霧多布湿原において確認された巨大地震津波イベント	月刊地球号外	28	139-146
七山ほか	2000	イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域の津波の遡上規模と再来間 隔の検討	地質調査所速報平成11年 度活断層・古地震研究調査 概要報告書		1-17
平川・原口	2001	十勝平野太平洋沿岸の津波堆積物	活断層研究	20	i-ii
平川・中村	2001	古津波研究における地形学的観点の重要性: 十勝太平洋岸の例	歴史地震	17	106-107
七山ほか	2001	イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域における津波の遡上規模の 評価: 根室長節湖, 床潭沼, 馬主来沼, キナシベツ湿原および湧洞 沼における研究例	活断層・古地震研究報告	1	251-272
七山ほか	2001	イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域における津波の遡上規模と 再来間隔の検討: 霧多布湿原地域と根室南部地域の検討例	津波工学研究報告	18	23-35
七山ほか	2001	釧路市春採湖コア中に認められる, 千島海溝沿岸域における過去90 00年間に生じた20層の津波イベント堆積物	活断層・古地震研究報告	1	233-249
Kelseyほか	2002	北海道東部における完新世後期の急激な海岸隆起の繰り返し	活断層・古地震研究報告	2	223-233
七山ほか	2002	イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域における先史～歴史津波の 遡上規模の評価: 十勝海岸地域の調査結果と根釧海岸地域との広域 比較	活断層・古地震研究報告	2	209-222
○ Sawai	2002	Evidence for 17th-century tsunamis generated on the Kuril- Kamchatka subduction zone, Lake Tokotan, Hokkaido, Japan	Journal of Asian Earth Sciences	20	903-911
七山ほか	2003	北海道東部, 十勝海岸南部地域における17世紀の津波痕跡とその遡 上規模の評価	活断層・古地震研究報告	3	297-314
○ Nanayama et al.	2003	Unusually large earthquakes inferred from tsunami deposits along the Kuril trench	Nature	424	660-663
□ 佐竹ほか	2003	17世紀に北海道東部で発生した異常な津波の波源モデル	活断層・古地震研究報告	3	315-362
添田ほか	2003	北海道東部, 厚岸町史跡国泰寺跡の泥炭層中において発見された9層 の津波砂層とその広域イベント対比	活断層・古地震研究報告	3	285-296
○ Atwater	2004	Seventeenth-century uplift in eastern Hokkaido, Japan	The Holocene	14	487-501
鎌滝ほか	2004	潮間帯における津波堆積物の分布様式: 北海道東部, 藻散布沼の例	活断層・古地震研究報告	4	31-43
七山ほか	2004	北海道東部, 根室市別当賀低地において記載された4層の津波砂層と 広域イベント対比	活断層・古地震研究報告	4	9-15
□ 佐竹・七山	2004	北海道太平洋岸の津波浸水履歴図	数値地質図EQ-1 (DGM EQ-1)		
□ 佐竹ほか	2004	17世紀に北海道東部で発生した異常な津波の波源モデル(その2)	活断層・古地震研究報告	4	17-29
澤井ほか	2004	北海道東部厚岸町国泰寺跡において検出された津波堆積物の年代	活断層・古地震研究報告	4	1-7
○ Sawai et al.	2004	Transient uplift after a 17th-century earthquake along the Kuril subduction zone	Science	306	1918-1920
添田ほか	2004	北海道東部太平洋沿岸域, 史跡国泰寺跡および汐見川低地において 認定された先史時代の巨大津波イベント: 津波堆積物認定の際の堆 積学的解析と珪藻遺骸分析併用の重要性	地質学論集	58	63-75
平川ほか	2005	北海道太平洋沿岸の完新世巨大津波: 2003十勝沖地震津波との比較 を含めて	月刊地球号外	49	173-180
□ 佐竹ほか	2005	北海道太平洋岸の津波浸水履歴図	月刊地球	37	229-232
□ Satake et al.	2005	Variability among tsunami sources in the 17th-21st centuries along the southern Kuril trench	Tsunamis' case studies and reacent developments		157-170
添田・七山	2005	北海道東部太平洋沿岸, 春採湖コア中に認めらる急激な古環境変化 と巨大地震津波との関係	地学雑誌	114	626-630
平川	2006	古津波調査における地形の重要性	月刊地球号外	54	36-41
重野ほか	2006	新しい地層採取装置, ACEライナー: 霧多布湿原での巨大津波痕跡 調査実験	月刊地球	28	568-571
添田ほか	2006	根室海岸地域において発掘された15層の巨大津波痕跡: 速報	月刊地球	28	532-538
猪熊ほか	2007	根室海岸地域において発掘された過去5500年間の巨大津波痕跡: 予 報	根室市歴史と自然の資料 館紀要	21	1-12
○ Nanayama et al.	2007	Nine unusually large tsunami deposits from the past 4000 years at Kiritappu marsh along the southern Kuril Trench	Sedimentary Geology	200	275-294
○ Satake et al.	2008	Fault models of unusual tsunami in the 17th century along the Kuril trench	Earth Planets Space	60	925-935
重野ほか	2008	地中レーダを用いた湖底津波堆積物のイメージング探索実験	地質ニュース	642	34-39
○ 七山ほか	2009	ルミネッセンス法を用いた津波堆積物の年代推定の試み: 北海道東 部, 根室沿岸低地の試料を例として	地質学雑誌	115	249-260
○ Sawai et al.	2009	Aperiodic recurrence of geologically recorded tsunamis during the past 5500 years in eastern Hokkaido, Japan	Journal of Geophysical Research	114	B01319
澤井・佐竹	2009	北海道東部太平洋沿岸域の古地震・古津波痕跡調査と連動型地震	月刊地球	31	211-222
□ 岡村・行谷	2011	17世紀に発生した千島海溝の連動型地震の再検討	活断層・古地震研究報告	11	15-20
石川ほか	2012	北海道釧路市春採湖の湖底コアから推定される17世紀前半の津波堆 積物の年代	日本地球惑星科学連合2012 年大会予稿集		
1640年北海道駒ヶ岳津波による津波					
□ Nishimura and Satake	1993	Numerical computations of tsunamis from the past and future eruptions of Komagatake volcano, Hokkaido, Japan	Proceedings of the IUGG/IOC International Tsunami symposium		573-583

Table 2. (continued)

著者	出版年	論文・報告等の題名	雑誌および書籍等の名称	巻号	頁
□ 西村・清水	1993	火山性津波の災害予測：1640年北海道駒ヶ岳噴火と津波	北海道地区自然災害科学資料センター報告	8	17–28
Nishimura and Miyaji	1995	Tsunami deposits from the 1993 southwest Hokkaido earthquake and the 1640 Hokkaido Komagatake eruption, northern Japan	Pure and Applied Geophysics	144	719–733
西村・宮地	1998	北海道駒ヶ岳噴火津波（1640年）の波高分布について	火山	43	239–242
西村・宮地	1998	駒ヶ岳噴火津波（1640年）の堆積物中の痕跡	月刊海洋号外	15	172–176
○ Nishimura et al.	1999	Behavior of historic tsunamis of volcanic origin as revealed by onshore tsunami deposits	Physics and Chemistry of the Earth, Part A	24	985–988
西村	2002	歴史噴火と歴史津波：1994年ラバウルと1640年北海道駒ヶ岳の噴火と津波	月刊海洋号外	28	132–137
○ 吉本ほか	2003	海域に流入した北海道駒ヶ岳火山1640年岩屑なだれ堆積物の分布と体積推定	地質学雑誌	109	595–606
□ Furukawa et al.	2008	Volcanic debris-avalanche as a cause of a historic tsunami: the AD 1640 eruption of the Hokkaido-Komagatake volcano, northern Japan	Solutions to Coastal Disasters 2008: Tsunamis		235–247
Nishimura	2008	Volcanism-induced tsunamis and tsunamiites	Tsunamiites: features and implications		163–184
添田ほか	2010	伊達市ボンマ遺跡における地質学的・考古学的発掘調査：速報	北海道開拓記念館調査報告	49	75–86
添田ほか	2011	アイヌ文化期における小氷期とその影響に関する研究：伊達市ボンマ遺跡および千歳市末広2遺跡での調査報告	北海道開拓記念館研究紀要	39	73–90
添田	2012	地中に残された先史時代以降の巨大津波痕跡：北海道・東北地方の研究例	北海道・東北史研究	8	8–17
添田ほか	2012	北海道における小氷期最寒冷期の実態とアイヌ民族との関係Ⅰ：伊達市カムイタブコブ下遺跡およびボンマ遺跡での調査速報	北海道開拓記念館研究紀要	40	123–142
17世紀波源不明津波による津波					
嵯峨山ほか	2003	北海道鶴川周辺の現世イベント堆積物中の珪藻遺骸	北海道立地質研究所報告	74	59–61
高清水	2007	地層学とアイヌ口碑伝説から過去の大津波を探る	Arctic Circle	64	14–17
○ 高清水ほか	2007	北海道胆振海岸東部から確認された17世紀の津波堆積物	第四紀研究	46	119–130
岡村ほか	2012	北海道胆振海岸に分布する17世紀津波堆積物	苫小牧市博物館館報	9	15–23
○ 高清水ほか	2013	砂丘を越えて沿岸低地を遡上した津波による堆積モデル：北海道胆振海岸東部に分布する17世紀津波堆積物の研究例	地質学雑誌	119	1–16
1741年渡島大島山体崩壊津波による津波					
鈴木ほか	1997	北海道における歴史時代の津波災害に関する研究	'97 北海道の研究開発：研究開発支援事業 研究成果報告書		54
□ 今村・松本	1998	1741年渡島大島火山津波の痕跡調査	津波工学研究報告	15	85–105
西村ほか	2000	北海道渡島半島，熊石町鮎川海岸で発見した歴史津波堆積物	月刊地球号外	28	147–153
1843年北海道南東岸沖地震津波による津波					
○ 西村ほか	2000	北海道霧多布湿原の泥炭層中から発見された1843年の津波堆積物	第四紀研究	39	451–460
1940年積丹沖地震津波による津波					
斎藤ほか	1997	津波・乱泥流堆積物調査	日本海東縁部における地震発生ポテンシャル評価に関する総合研究		114–127
1993年北海道南西沖地震津波による津波					
□○ Hokkaido Tsunami Survey Group	1993	Tsunami devastates Japanese coastal region	EOS	74	417 and 432
宮地・西村	1994	北海道南西沖地震（1993年7月12日）に伴う津波堆積物	北海道地区自然災害科学資料センター報告	9	25–48
西村・宮地	1994	北海道南西沖地震に伴う津波堆積物の分布および粒度特性	月刊海洋号外	7	139–147
佐藤ほか	1994	1993年北海道南西沖地震と1983年日本海中部地震に伴う陸上の津波堆積物	活断層研究	12	1–23
□○ 鴈澤ほか	1995	1993年北海道南西沖地震による渡島半島西岸の津波被害状況と住民の避難行動：大成町を例として	地球科学	49	379–390
○ Nishimura and Miyaji	1995	Tsunami deposits from the 1993 southwest Hokkaido earthquake and the 1640 Hokkaido Komagatake eruption, northern Japan	Pure and Applied Geophysics	144	719–733
○ Sato et al.	1995	Onshore tsunami deposits caused by the 1993 southwest Hokkaido and 1983 Japan Sea earthquakes	Pure and Applied Geophysics	114	693–717
桃井・村田	1996	複数の海洋微生物を用いた津波堆積物の解析：1993年北海道南西沖地震を例にして	関東平野	4	145–152
七山ほか	1998	遡上型津波堆積物の堆積相と堆積過程：1993年北海道南西沖地震津波の研究例	月刊海洋号外	15	140–146
Nanayama et al.	1999	Sedimentary characteristics of modern tsunami and storm deposits: examples from the 1993 Hokkaido Nansei-oki tsunami and 1959 Miyakojima typhoon	Land-sea Link in Asia, Proceedings of an international workshop on sediment transport and storage in coastal sea-ocean system		404–408
Nanayama et al.	1999	Sedimentary characteristics of modern tsunami deposits: examples from the 1993 Hokkaido Nansei-oki tsunami, northern Japan	Land-sea Link in Asia, Proceedings of an international workshop on sediment transport and storage in coastal sea-ocean system		399–403
○ Nanayama et al.	2000	Sedimentary differences between the 1993 Hokkaido-nansei-oki tsunami and the 1959 Miyakojima typhoon at Taisei, southwestern Hokkaido, northern Japan	Sedimentary Geology	135	255–264
重野ほか	2000	渡島半島西岸，大成町南部地域における1993年北海道南西沖地震による津波イベント堆積物の分布状況と津波浸水状況との対応	地質調査所速報平成11年度活断層・古地震研究調査概要報告書		19–41

Table 2. (continued)

著者	出版年	論文・報告等の題名	雑誌および書籍名	巻号	頁
○ Nanayama and Shigeno Nanayama	2006 2008	Inflow and outflow facies from the 1993 tsunami in southwest Hokkaido Sedimentary characteristics and depositional processes of onshore tsunami deposits: an example of sedimentation associated with the 12 July 1993 Hokkaido-Nansei-oki earthquake tsunami	Sedimentary Geology Tsunamiites: features and implications	187	139–158 63–80
2003年十勝沖地震津波					
西村ほか	2004	2003年十勝沖地震津波の自然海岸における痕跡	地震第2輯	57	135–138
谷岡ほか	2004	2003年十勝沖地震津波調査報告	津波工学研究報告	21	1–200
平川ほか	2005	北海道太平洋沿岸の完新世巨大津波：2003十勝沖地震津波との比較を含めて	月刊地球号外	49	173–180
□ Tanioka et al.	2005	Field survey of the 2003 Tokachi-oki earthquake tsunami and simulation at the Ootsh harbor located at the Pacific coast of Hokkaido, Japan	Tsunamis: case studies and recent developments		135–156
七山ほか	2006	平成15年9月26日十勝沖地震津波によって生じた土砂移動現象：被災直後の堆積学的記載の重要性	地質ニュース	620	10–18
重野ほか	2006	平成15年十勝沖地震津波によって生じた港内の土砂移動現象	地質ニュース	620	1–2
2011年東北地方太平洋沖地震津波					
川上・地質研究所津波調査班	2011	北海道沿岸における2011年東北地方太平洋沖地震津波の作用：河川における痕跡	北海道地質研究所報告	83	17–25
仁科・地質研究所津波調査班	2011	北海道における2011年東北地方太平洋沖地震津波の痕跡と作用	北海道地質研究所報告	83	27–46
岡崎・地質研究所津波調査班	2011	北海道太平洋沿岸における2011年東北地方太平洋沖地震の津波調査	北海道地質研究所報告	83	1–15
○ Razzhigaeva et al.	2012	Coastal sedimentation associated with the Tohoku Tsunami of 11 March 2011 in south Kuril Islands, NW Pacific ocean	Pure and Applied Geophysics *		
その他の道内地域の津波					
西村ほか	1999	北海道北部，日本海沿岸における津波堆積物調査	歴史地震	15	225–231
Iliev et al.	2005	Holocene tsunami traces on Kunashir island, Kurile subduction zone	Tsunamis: case studies and recent developments		171–192
○ Razzhigaeva et al.	2007	Tsunami deposits of the Shikotan earthquake of 1994	Oceanology	47	579–587
○ Razzhigaeva et al.	2008	The geological record of paleotsunamis striking Shikotan island, in the Lesser Kurils, during Holocene time	Journal of Volcanology and Seismology	2	262–277
西村・中村	2009	南千島（北方四島），国後島および色丹島におけるテフラと津波堆積物	月刊地球	31	311–320
高清水・仁科	2010	日高海岸から確認された17世紀津波堆積物（？）の特徴	日本堆積学会2010年茨城大会プログラム・講演要旨		93
平川	2012	千島海溝・日本海溝の超巨大津波履歴とその意味：仮説的検討	科学	82	172–181
総説・ノート					
○ 後藤ほか	2012	日本の津波堆積物研究	地質学雑誌	118	431–436
平川	2012	千島海溝・日本海溝の超巨大津波履歴とその意味：仮説的検討	科学	82	172–181
北海道のアイヌ津波伝承および津波に関する歴史記録					
□ 都司	1998	アイヌとウチナンチューと和人の津波の民俗伝承	月刊海洋号外	15	216–219
□ 高清水	2005	北海道鶴川町における津波に関するアイヌの口碑伝説と祭儀	北海道立地質研究所報告	76	97–100
□ 高清水	2005	北海道における津波に関するアイヌの口碑伝説と記録	歴史地震	20	183–199
□ 田村	2012	北海道オホーツク海沿岸の津波と地震に関するアイヌ地名伝承	北海道・東北史研究	8	18–23
□ 都司ほか	2012	北海道における安政三年（1856）三陸北部沖地震津波の痕跡とその信頼度	津波工学研究報告	29	169–180

脚注. 白丸（○）は査読付きの論文. 白四角（□）は，主に津波やそれに関連する事象について論じているが，津波堆積物の詳細は述べていない論文.

* 2012年4月20日にオンラインにて公開.

1. いわゆる“500年間隔地震”による津波（十勝・根室沖の運動型地震性津波）

北海道東部太平洋沖地域では，数10年毎に津波を伴うM7–8クラスの地震が発生することが知られている（宇津，1999）．例えば，1952年十勝沖地震（M8.2），1958年択捉島沖地震（M8.1），1963年択捉島沖地震（M8.1），1968年十勝沖地震（M7.9），1969年北海道東方沖地震（M7.8），1973年根室半島沖地震（M7.4），1994年北海道東方沖地震（M8.1），および2003年十勝沖地震（M8.0）等である（Fig. 1a）．しかしながら，1990年代後半以降からこの地域の沿岸低地下における津波堆積物調査が進んだ結果，より大規模な地震によると考えられる巨大津波が，約300–500年間隔で繰り返しこの地域を襲っていたことが明らかになった．こ

の痕跡の証拠となる津波堆積物に関する最初の報告は，七山・重野（1998）による釧路・根室海岸地域からのものと，平川ほか（1998）による十勝海岸地域から報告である．これらの堆積物を形成した津波は，その再来間隔から“500年間隔地震”（中央防災会議事務局，2004）による津波と呼ばれている．Nanayama et al.（2003）は，北海道東部の霧多布湿原下に淡水成泥炭層と火山灰層と互層する4–5層の巨大津波の堆積物を樽前C2テフラ（Ta-c2，2000–3000年前）の上位に認め，さらに太平洋に面する海潟湖である春採湖の過去7000年間の湖底堆積物中に17層の津波堆積物を確認した．そしてこれらの津波堆積物が，平均して約500年の再来間隔を持つとした．この用語（“500年間隔地震”）は最初，中央防災会議事務局（2004）において仮称として定義されたも

Fig. 1. a) Index map of Hokkaido, northern Japan. Source areas of earthquakes are compiled from Hatori (1973, 1974, 1975), Kosuga et al. (1986), Hashimoto and Tada (1988), Hatori (1990, 1995), and Takahashi and Kasahara (2004). Gray lines are plate boundaries (after Wei and Seno, 1998). b) Regional distribution of tsunami deposits in Hokkaido, northern Japan.

のが現在もそのまま使われているものである。ただし、次項に述べるように、実際の再来間隔はその様な単純なものではないことも解明されつつあり(Sawai et al., 2009; 後述)、注意が必要である。

1) 再来間隔 2000年代にこの津波に関する研究データは急速に蓄積され、道東の各地域において、縄文海進最盛期以降の津波履歴はほぼ把握されるまでに至ったといえる(例えば、Nanayama et al., 2003; 平川ほか, 2005; 添田・七山, 2005; Nanayama et al., 2007; Sawai et al. 2009; Table 2)。特に放射性炭素年代を用いた年代決定が多く行われた結果、巨大津波の再来間隔はほぼ解明されつつある。ただし、直近の17世紀津波の発生年については未解明である(この発生年については次々章第3項で議論する)。

Sawai et al. (2009)は、北海道東部太平洋の岸霧多布湿原と藻散布沼の浜堤列平野と泥質ラグーンの堆積物を詳細に検討し、200–6000年前までの間に15回の津波の痕跡と1843年十勝沖地震津波と1894年根室沖地震津波による2枚の砂層を認定した(ただし、歴史津波の認定は鉛210とセシウム137の放射年代と層序を組み合わせた推定による)。そして、堆積物の特徴と地層の分布から少なくとも先史時代の2500–2820年前の砂層(K8とMP8)までは、連動型巨大地震による巨大津波によるものであるとした。その上で、それ以前のおよそ5500年前までの津波堆積物も同様に巨大津波によるものと考えた場合の再来間隔を検討した。彼らはこれら15枚の津波堆積物の直上および直下の層準において、計106試料(霧多布湿原: 68試料; 藻散布沼: 38試料)の放射性炭素年代を測定した結果、巨大津波の再来間隔の平均値は400年程度であるが、非周期的であったとした。例えば、彼らの報告における津波堆積物の6–11枚目間と12–16枚目間の津波堆積物(MP6–11間, K6–11間, MP12–16間, およびK12–16間)は、100–300年程度の短い再来間隔を持つ一方、それらの間(MP5–6間, MP11–12間, K5–6間, およびK11–12間)は600–700年程度の長い再来間隔を持つという特徴を報告した(Fig. 2)。このような非周期的な再来間隔に関しては、今後、十勝や根室地域等からの検討比較や他の研究者によるクロスチェック、および巨大地震の発生メカニズムの説明等が期待される。いずれにしろ、北海道東部太平洋岸を襲う巨大津波の再来間隔の実像がここまで詳細に議論されたことは今後の津波防災を考える上でも重要な報告であると言える。

このように地層の研究から再来間隔の全体像が把握された道東地域のいわゆる“500年間隔地震”による津波であるが、2006年(平成18年)には政府の中央防災会議でも津波の被害想定域のひとつとして取り上げられたり、それ以前にも新聞紙面で用いられてきたりした経緯もあり、用語として定着した感もある。しかしながら、研究者らの報告を正確に読むと、「about every 500 years(Nanayama et al., 2003)」, 「300–500 毎(平川ほか, 2005)」, および「outsized tsunamis average nearly 400 years but range widely from about 100 to about 800 years(Sawai et al. (2009))」等と表現されてきたように、正確に500年間隔ではないことに注

意が必要である。特に防災という観点からこの用語を使用する際には“500年間隔”という用語のみが先行しないように十分に注意をしなければならない。そして、現在はあるどのようなフェーズにあるかといえ、前回の巨大津波の発生から約400年が経過していることになる。次の巨大地震までの再来間隔がSawai et al. (2009)で報告された短いもの(100–300年程度)なのか長いもの(600–700年程度)なのかを現時点で判断することは難しいだろう。しかしながら、防災という立場から考えれば、このような場合(科学的にどちらかの判断をすることが確実性を持って出来ない場合)は安全側に考えて短い再来間隔を想定するべきで、すぐにでも次の巨大津波の発生が危惧される状況にあると考えることが重要であろう。そのため、いわゆる“500年間隔地震”による津波は北海道が津波防災のために最も力を入れて取り組まなければならないターゲットの1つといえる。

2) 堆積物分布図 津波堆積物の広域分布は、津波の最低浸水範囲を示すことから、津波防災の観点からも重要な科学的データの1つといえる。“500年間隔地震”による直近の津波イベントである17世紀津波の堆積物は、十勝から根室までの海岸地域で内陸へ数kmの距離まで到達していることが復元されている(例えば、平川ほか, 2000a; 七山ほか, 2000, 2001b, 2002, 2003; Nanayama et al., 2003; 平川ほか, 2005; Nanayama et al., 2007)。

十勝海岸では、平川ほか(2000a)が十勝海岸地域の沿岸低地に沿う方向に約35kmに渡って17世紀の津波堆積物分布図を示した。特に豊頃町の湧洞沼付近の低地では、現在の海岸線から約4.4kmまで津波堆積物が分布するとした。七山ほか(2003)もほぼ同じ地域で同様の分布を明らかにしている。

一方、釧路地域では、七山らのグループが浜中町の霧多布湿原において、現海岸線から最低でも内陸へ3km以上に渡って津波堆積物が分布することを示している(七山ほか, 2000; Nanayama et al., 2003, 2007)。Nanayama et al. (2007)は、彼らの調査測線MGにおいて、より古い津波イベントKS4層(13–14世紀)も、現海岸線から最低でも内陸へ3km以上の分布をもち、KS5層、KS7層、KS9層およびKS10層(それぞれ、10世紀, 695–1405 cal. yBP, 1820–1990 cal. yBP, および1600–2308 cal. yBP)は最低でも内陸へ2.6km以上分布するとした。

このように、道東地域では2000年代初頭より詳細かつ広範な津波堆積物分布図が作成されており、北海道の津波堆積物研究は日本の他地域に比べて実態解明が迅速に行われたといえる。これは、平川らや七山ら等の功績によることに加え、北海道の土地利用が津波堆積物調査に適していたことも挙げられるだろう。

3) 波源 北海道東部地域の津波堆積物研究が進展する前、史料に乏しいこの地域において過去の巨大津波の存在はほとんど知られておらず、詳細な津波堆積物の分布範囲(津波の最低浸水範囲)の復元はされていなかった。しかし上述のように地層中の津波堆積物研究が飛躍的に進んだ結果、津波の最低浸水範囲を詳細に復元できるようになった。それを受け

Fig. 2. Large tsunami events in Hokkaido, showing correlations among the Tokachi area, Mochirippu-toh, Kiritappu marsh, and the Nemuro area. Data are from Saito et al. (1997), Nishimura et al. (2000), Hirakawa et al. (2005), Nishimura (2008), Takashimizu et al. (2007), and Sawai et al. (2009).

て、津波堆積物分布を説明するための波源推定を行うために数値シミュレーションが行われた。17世紀津波堆積物の最低浸水範囲を説明することのできる波源断層モデルは、十勝沖で10 m、根室沖で5 mのすべり量をもつ断層が同時に運動したモデル(T10N5モデル)とされ(Satake, et al., 2008)、 $M_w 8.5$ の連動型プレート境界地震と推定された。十勝沖と根室沖の震源域の連動によって北海道東部太平洋岸に分布する17世紀の巨大津波堆積物の分布を説明することは、Nanayama et al. (2003)によって最初に指摘された。この報告以前は、両者が連動することは想定されておらず、地層中の津波堆積物の分布から連動型の巨大地震を推定したという点において大きな意味を持つと言えるだろう。

2. 1640年北海道駒ヶ岳の山体崩壊起源津波

北海道駒ヶ岳は寛永7年(1640年)6月13日の噴火に伴う山体崩壊が発生し、発生した岩屑なだれが海へ流入し津波を発生させた。その噴火記録は「新羅記録」や「松前年々記」等に記述されている(古川ほか, 1997)。この火山活動で放出された駒ヶ岳d(Ko-d, 1640年)テフラは北西に主軸を持ち120 km以上に渡って分布する(町田・新井, 2003)。Nishimura and Miyaji(1995)は、この津波による痕跡を地層中から検討した結果、内浦湾沿岸の3地点(森町鷺ノ木、伊達

市アルトリ、および伊達市黄金)および胆振海岸(白老町社台)から津波堆積物を認定した。また内浦湾沿岸の津波堆積物はKo-dテフラの直下に見いだされるとし、津波の発生直後に軽石や駒ヶ岳d(Ko-d, 1640年)テフラが降灰したと考えた。ただし、胆振海岸の社台のものにはKo-dテフラは確認されておらず、1663年の有珠b(Us-b, 1663年)テフラの直下に泥炭の薄層を挟んで1640年の津波堆積物があると解釈している。内浦湾において認められた1640年の津波堆積物のうち、伊達市アルトリのものは、標高7.3 mにまで津波堆積物が確認された。またアルトリから2 km程度しか離れていない有珠善光寺の史料からは標高8.5 mの津波の遡上があったとされている。

Nishimura and Satake(1993)は、この山体崩壊堆積物の流入量を 0.1 km^3 、流入地点を山体東側、流入継続時間を5分と仮定し、1640年津波の波高分布パターンを数値計算により検討した。その結果、内浦湾沿岸で5–8 m程度、胆振海岸西部で10 m程度の波高になるとした。また西村・宮地(1998)は、この数値計算と堆積物の分布の比較から、鷺ノ木とアルトリでは津波堆積物の分布高度を説明できるが、黄金と社台では数値計算結果に比べ実際の堆積物の分布高度は約2–3 m低いとした。この理由について彼らは、津波の浸

水範囲と堆積物の分布範囲の違い、または砂丘により津波のエネルギーが失われたためと解釈している。

その後、吉本ほか(2003)は海域に流入した北海道駒ヶ岳火山 1640 年岩屑なだれ堆積物の分布を復元し、推定される体積が $0.92\text{--}1.20\text{ km}^3$ であると報告した。今後、1640 年津波の詳細な実態把握のためには、このような新しい体積データを用いた数値計算による再検討や、より多くの津波堆積物の分布資料(特に内浦湾内の他の沿岸部地域や内浦湾東方の胆振海岸西部地域)の蓄積が必要である。また、西村・宮地(1998)は Nishimura and Satake(1993)の山体崩壊堆積物の体積が過小評価されている可能性を指摘しており、将来、再度パラメータを検討した上で再計算をする必要があるだろう。

3. 胆振海岸に分布する波源不明 17 世紀巨大津波

上述の 17 世紀に北海道を相次いで襲った地震性および火山性の 2 つの津波堆積物の存在が明らかになるにつれて、調査・研究の実施されていない空白地域での津波災害リスクの把握の必要性が生じてきた。とりわけ、胆振地域の苫小牧市沿岸は、北海道の海運物流の玄関基地として道内経済の重要拠点の 1 つである。そこで、北海道立地質研究所(現在の北海道総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所)では 2002–2003 年に胆振海岸東部地域(苫小牧東部からむかわ町)において津波堆積物調査を実施した。その結果、胆振海岸東部の沿岸地域において、有珠 b(Us-b, 1663 年)テフラの直下に泥炭の薄層を挟んで、海岸線に沿う方向に約 20 km に渡り、内陸へ 1–2 km までの範囲に分布する 17 世紀の巨大津波が残した堆積物を認めた(高清水ほか, 2007)。岡村ほか(2012)は、この津波堆積物の分布をさらに西方へ追跡し、少なくとも苫小牧市西部まで分布するだろうと推定している。高清水ほか(2013)は、苫小牧市東部の海岸砂丘のトレンチ調査により採取した 17 世紀津波堆積物の粒度組成と粒子配列の解析から、この地点の津波堆積物を形成した津波は最低でも 3 波が海岸砂丘を乗り越えて沿岸低地を遡上したとし、津波堆積物はそれら遡上流によるものであると推定した。この巨大津波の波源については、現在のところ、結論は出ていない(高清水ほか, 2007)。津波堆積物の挟まれる層準から考えれば、“500 年間隔地震”による 17 世紀津波でも、1640 年北海道駒ヶ岳噴火に伴う津波でも、年代的には説明可能である。あるいは両者とは全く別の津波の可能性も現時点で排除することはできない。この課題の解決のためには、まずは、胆振海岸西部と日高海岸における詳細な分布調査が必要であり、それによって、両者のどちらから連続して分布するのか、あるいはまったく連続せずに独立した津波堆積物なのか等の検討がなされる必要がある。今後、この波源不明 17 世紀津波の波源推定のためには、先に挙げた 2 つの巨大津波イベントに加え、これら以外の未知の波源の可能性も含めて、慎重に解明していく必要がある。

日本海側とオホーツク海側の津波堆積物

太平洋側の沿岸低地から多くの津波堆積物が発見・報告され、再来間隔や過去の分布が解明が進む一方で、日本海側お

よびオホーツク海側の沿岸低地からの報告は、1993 年北海道南西沖地震による現世津波堆積物の研究を除くと、日本海側からの 2 報告(斎藤ほか, 1997; 西村ほか, 2000b)のみである。すなわち、利尻島オタドリ沼で掘削されたコア中からの 1940 年積丹地震による津波堆積物の報告(斎藤ほか, 1997)と、八雲町鮎川海岸から確認された 1741 年渡島大島噴火に伴う山体崩壊津波による火山性津波堆積物の報告(西村ほか, 2000b)である(Table 2, Fig. 1a)。また平面的な分布やそれ以前の詳細な津波履歴は不明である。

西村ほか(1999)は、北海道北部の日本海側沿岸からはほとんど津波堆積物が見つからなかったことを報告している。また、これまでのところ、オホーツク海側からの明瞭な津波堆積物の報告は無い。しかしながら北海道日本海側では、日本海東縁変動帯に沿って巨大津波を伴う M7 後半クラスの地震が発生することが知られている(宇津, 1999)。例えば、1940 年積丹半島沖地震(M7.5)、1986 年日本海中部地震(M7.7)、や 1993 年北海道南西沖地震(M7.8)等である(Fig. 1a)。地層中から津波堆積物の報告が少ないのは、太平洋側に比べて高い比高をもつ砂丘が分布することや巨大地震の再来間隔が長いことも影響していると考えられる。今後、太平洋側で用いた手法とは別に、このような地形条件や再来間隔に最適化した津波堆積物の認定法の確立が必要だろう。

一方で、1993 年北海道南西沖地震による津波堆積物の研究は多く(例えば、Hokkaido Tsunami Survey Group, 1993; 宮地・西村, 1994; 西村・宮地, 1994; 佐藤ほか, 1994; 七山ほか, 1998)、1990 年代の日本の津波堆積物研究に大きな貢献をしている。特に陸上の沖積谷底の河川を遡上した津波の残した堆積物の特徴を記載した Nanayama and Shigeno (2006)は、低平な沿岸低地上以外の津波堆積物の堆積相を明らかにした点で重要である。特に遡上流と戻り流れの両方を堆積物から区分して 4 つのユニットに細分したことや、底生有孔虫の解析からこの津波堆積物の主な供給源は水深 45 m より浅い海底由来であり、最深で水深 90 m 以浅のものを含んでいることを示した。また地層から津波堆積物を認定する際に重要な高潮堆積物との比較(Nanayama et al., 2000)からは、津波堆積物では、遡上流と戻り流れを示す堆積ユニットを区分できるのに対し、高潮堆積物では遡上流のみからの堆積物であったこと、津波堆積物では海成の良淘汰層からなる遡上流堆積物と陸起源の土壌堆積物や植物片を良く含む不淘汰な戻り流れ堆積物からなるのに対し、高潮堆積物では海成の良淘汰層からなることを示した。

北海道の津波堆積物研究の課題

上述のように、ほぼ主要な巨大津波の実態はある程度把握されたのだが、未解明の重要課題もある。以下にそれらの主要な 3 つを挙げる。

1. 津波堆積物の未発見地域における津波履歴の解明

1 つ目は、津波堆積物調査の未発見地域(日本海側地域、オホーツク海側地域、根室海峡地域および日高地域)における精査である。

北海道北部日本海側の沿岸低地では、西村ほか(1999)に

よる調査では津波堆積物は認められていないとされているが、前章で述べた様に日本海側特有の地形条件(太平洋側に比して高い砂丘)や再来間隔(太平洋側に比して長い)に最適化した調査方法による検討が再度必要であろう。また、日本海側は日本海東縁変動帯に面する地域であり、1993年北海道南西沖地震の際にも津波により229名もの死者・行方不明者が出たことを考えると、より詳細な津波履歴の復元と再来間隔の解明が必要といえる。

オホーツク海側および根室海峡沿岸は、太平洋側や日本海側のように直接プレート境界に面した地域ではないが、多くの火山島(北方領土・クリル諸島)に面しており、火山性津波も含めて詳細な調査が必要であろう。

日高海岸地域からは予察的な報告が1つある。高清水・仁科(2010)は、日高海岸での先行概査において、津波堆積物の可能性のある砂層を見いだしている。この地域は、胆振海岸のような広い沿岸低地とは異なり、三陸のリアス式海岸に似た、いくつもの谷からなる河口地域である。このような地域に襲撃する津波は、局所的に異常に高い遡上高を持つ可能性が考えられ、津波浸水履歴の解明は重要な課題として残っている。今後、この堆積物を含めた詳細な検討と報告が待たれる。

内浦湾沿岸地域からは、西村らによる鷺ノ木、アルトリ、および黄金等の地域からの1640年北海道駒ヶ岳噴火に伴う火山性津波堆積物の報告があるのみで、その他の地域からの報告はない。この地域の沿岸低地では、土地利用が進んでいるため、調査地点の選定が容易でないことが予想されるが、広範な地域、かつより古い時代からの津波履歴の把握が必要であろう。

2. 重要な社会インフラ施設周辺での重点的な調査

2つ目は、東日本大震災で明らかになったように、原子力や火力等の発電所や重要な社会インフラ等の周辺(例えば、港湾、主要な道路、鉄道、一般および産業廃棄物処分地、有害物質取扱施設、水源地等)での重点的な調査である。この必要性は、2011年(平成23年)東北地方太平洋沖地震による津波が福島第一原子力発電所に襲撃し、甚大な災害を起こしていることを鑑みれば自明である。

3. 太平洋側の17世紀巨大津波の詳細な分布と発生年の解明

前章で述べた3つの17世紀津波堆積物のうち、道東のものは、十勝、釧路から根室地域にかけての分布はある程度解明されたと言えるのだが、その側方へ末端部がどこまで分布するのか未解明である(Fig. 2)。同様に、1640年北海道駒ヶ岳の山体崩壊起源津波と胆振海岸東部の波源不明17世紀津波においても側方への分布と末端部の認定はできていない(Fig. 2)。しかしながら、これら分布の正確な把握は、現在推定されている波源モデル修正のための重要な資料となるものであり、全容解明が必要である。

道東地域を17世紀前半に襲った“500年間隔地震”による津波の発生年を特定することも、大きな課題の一つである。これに関しては、2説の提案があるが、現時点では定かではない。以下にこれらの2説を紹介する。

1611年説：岡村・行谷(2011)は、この津波の発生年につ

いて再検討した。津波堆積物の分布と津波の浸水域は完全に一致しないこと、1611年慶長三陸沖地震は津波地震と考えるより、震源を三陸沖よりもより遠方(北海道太平洋沖)に置くことと仮定した方がよいこと、および松前藩の記録によると道東で多くの死者を出したことが記されている等のことから、1611年に発生したと説明する方が良いと指摘した。また、平川ほか(1998, 2000a, b)も、北海道太平洋側東部の17世紀巨大津波は1611年慶長三陸地震の可能性が高いとしている。

1635–1637年説：石川ほか(2012)は、北海道春採湖の湖底コアに見られる津波イベント間の堆積物に年縞が見られるとし、1667年の樽前b(Ta-b)テフラから遡って数えると、1637年以前に発生したと推定した。同様にNanayama et al. (2007)は、詳細には触れていないものの津波の発生年を“1635年(?)”と示している。津波堆積物の年代をこの手法によって検討することは新しい試みであり、今後、詳細なデータの提出が期待される。

いずれの説にしろ、この道東地域の17世紀津波イベントの発生年については、詳細な検討、検証が行われるものと期待される。

そして前述の道東の17世紀津波の発生年解明にも関連する可能性もあるが、胆振沿岸地域における津波浸水履歴のより詳細な解明は、17世紀の巨大津波の実態を明らかにするために必須である。特に①道東地域の運動型地震による17世紀巨大津波は襟裳岬を越えてどのように伝播したのか(あるいはしなかったのか)ということ、②逆に北方領土沖方へは、どのように伝播したのか(あるいはしなかったのか)ということ、③1640年の北海道駒ヶ岳起源の巨大津波は、胆振・日高海岸へどのように到達したのか(あるいはしなかったのか)ということ、④胆振海岸17世紀津波の波源はどこなのか、そして⑤この地域(日高海岸および胆振海岸)は繰り返し巨大津波が襲う地域なのかどうか(もし、そうであるとしたら再来間隔はどのくらいなのか)ということ等を解決する必要がある。特に⑤に関してはこれまでほとんど資料がなかったが、最近、岡村ほか(2012)は苫小牧市におけるトレンチ調査から、苫小牧-白頭山(B-Tm, 929年)テフラと樽前C2(Ta-c2, 2500–2700年B.P.)テフラ間に津波堆積物の可能性のある砂層を報告しており、今後、詳細な検討が必要であろう。

これらの諸課題の解決は、いずれも将来危惧される巨大津波の被害予測のための基礎資料として重要な貢献する。残された課題は多いが、これらは北海道における古津波科学の重要なテーマであるといえる。

おわりに

過去の巨大津波の分布範囲と再来間隔の推定のための科学的な証拠は、地層中の津波堆積物から直接に得ることが最も確実であり、今後も北海道のみならず世界中の沿岸低地からデータの蓄積が進むと想定される。これまでも早い時期から津波堆積物研究を防災に活かしてきた北海道では、2012年6月28日に独自に従来の津波浸水想定を全面的に更新し

た(北海道, 2012a). 実際, 道内の自治体(道庁, 総合振興局, 振興局, および市町村)ではこの新想定に基づいた津波防災行政が進められている. この想定は, “これまでに北海道太平洋沿岸で発見された津波堆積物の最新データを基に, できるだけ安全サイドに立って対象地域における最大クラスの津波に関して想定を行ったもの”であり, 地層中に残された堆積物の痕跡を根拠としている点で, 大変に科学的であるといえる. また“津波堆積物の調査に進展が見られた場合には, それに基づいて検証・修正を行うことが必要”とも明記されている. 津波堆積物研究による科学的データは防災行政に積極的に取り入れられるべきものであり, 津波堆積物研究の進んでいる北海道が先導的に進めていくべきだろう.

本論で指摘した 17 世紀の波源不明津波堆積物の分布する胆振海岸には, 北海道の物流基地である苫小牧港が位置している. 苫小牧港の港湾取扱貨物量は, 北海道全体の約 50% (約 0.95 億 t) にも及んでおり, 全国では 5 番目(2010 年実績)である(国土交通省編, 2012). 北海道経済や津波防災行政の観点からも, この地域の津波災害履歴の実態解明は急務であり, 早急な検討が必要である.

最後に, 今後の北海道の津波堆積物研究の発展と津波防災の進展のために本総説が少しでも貢献できることを期待する.

謝 辞: この総説の内容の一部は, 平成 23 年北海道総合研究機構地質研究所調査研究成果報告会で発表・報告した. これは本総説をまとめるきっかけとなった. 同所の皆様に深く感謝いたします. 査読者である千葉工業大学(現所属; 東北大学)の後藤和久博士, 産業技術総合研究所の澤井祐紀博士および担当編集委員の中澤 努博士からいただいたご指摘のおかげで本論は著しく改善された. また北海道大学地震火山研究観測センターの中村有吾博士には道内のテフラ年代の最近の知見についてコメントを頂いた. 以上の皆さまに深くお礼申し上げます. なお本論に係る文献収集において平成 24–25 年度(独)日本学術振興会科学研究費補助金(若手研究(B), 研究課題番号: 24740341, 代表者: 清水高)の一部を使用した. 記して謝意を表する.

文 献

- 中央防災会議事務局(Central Disaster Management Council), 2003, 中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」議事録(第 1 回) (*Minutes of the First Expert Panel on Subduction-Zone Earthquakes along Japan Trench and Kuril-Trench*)*. 中央防災会議事務局(Central Disaster Management Council), 39p.
URL: <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/index.html>
- 中央防災会議事務局(Central Disaster Management Council), 2004, 北海道 WG 検討状況報告 (*Situation Report of Hokkaido Working Group on Tsunami and Tsunami Deposits*)*. 中央防災会議事務局(Central Disaster Management Council), 6p.
URL: http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/nihonkaiko_chisimajishin/5/index.html
- 独立行政法人産業技術総合研究所(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 2006, きちんとわかる巨大地震 (*Understanding Great Earthquakes*)*. 白日社(Hakujitsu-sha), 281p.

- 古川竜太・吉本充宏・山形耕太郎・和田恵治・宇井忠英(Furukawa, R., Yoshimoto, M., Yamagata, K., Wada, K. and Ui, T.), 1997, 北海道駒ヶ岳は 1694 年に噴火したか? : 北海道における 17~18 世紀の噴火年代の再検討. 火山(*Bull. Volcanol. Soc. Japan*), **42**, 269–279.
- 後藤和久・西村裕一・菅原大助・藤野滋弘(Goto, K., Nishimura, Y., Sugawara, D. and Fujino, S.), 2012, 日本の津波堆積物研究. 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **118**, 431–436.
- 橋本 学・多田 堯(Hashimoto, M. and Tada, T.), 1988, 北海道の水平変動とテクトニクス. 地震第 2 輯(*Jour. Seismol. Soc. Japan, 2nd Ser.*), **41**, 29–38.
- 羽鳥徳太郎(Hatori, T.), 1973, 1952 年十勝沖津波の波源の再検討. 地震第 2 輯(*Jour. Seismol. Soc. Japan, 2nd Ser.*), **26**, 206–208.
- 羽鳥徳太郎(Hatori, T.), 1974, 東北日本太平洋側における津波の波源. 地震第 2 輯(*Jour. Seismol. Soc. Japan, 2nd Ser.*), **27**, 321–337.
- 羽鳥徳太郎(Hatori, T.), 1975, 1973 年根室半島沖津波とその後の津波活動. 地震第 2 輯(*Jour. Seismol. Soc. Japan, 2nd Ser.*), **28**, 461–471.
- 羽鳥徳太郎(Hatori, T.), 1990, 北海道およびサハリンのオホーツク海沿岸における南千島津波の挙動. 地震第 2 輯(*Jour. Seismol. Soc. Japan, 2nd Ser.*), **43**, 493–498.
- 羽鳥徳太郎(Hatori, T.), 1995, 1994 年北海道東方沖津波と南千島津波の波高分布. 地震第 2 輯(*Jour. Seismol. Soc. Japan, 2nd Ser.*), **48**, 307–314.
- 平川一臣・原口 強(Hirakawa, K. and Haraguchi, T.), 2001, 十勝平野太平洋沿岸の津波堆積物. 活断層研究(*Act. Fault Res.*), no.20, 口絵.
- 平川一臣・中村有吾・越後智雄(Hirakawa, K., Nakamura, Y. and Echigo, T.), 1998, 北海道十勝沿岸地域における段丘面上の津波堆積物. 日本地震学会講演予稿集(*Programs and Abstr., Seismol. Soc. Japan, 2010 Fall Meet.*), C56.
- 平川一臣・中村有吾・越後智雄(Hirakawa, K., Nakamura, Y. and Echigo, T.), 2000a, 十勝地方太平洋沿岸地域の巨大古津波. 月刊地球号外(*Chikyu Monthly, Extra ed.*), no.31, 92–98.
- 平川一臣・中村有吾・原口 強(Hirakawa, K., Nakamura, Y. and Haraguchi, T.), 2000b, 北海道十勝沿岸地域における巨大津波と再来間隔: テフラと地形による検討・評価. 月刊地球号外(*Chikyu Monthly, Extra ed.*), no.28, 154–161.
- 平川一臣・中村有吾・西村裕一(Hirakawa, K., Nakamura, Y. and Nishimura, Y.), 2005, 北海道太平洋沿岸の完新世巨大津波: 2003 十勝沖地震津波との比較を含めて. 月刊地球号外(*Chikyu Monthly, Extra ed.*), no.49, 173–180.
- 北海道(Hokkaido Government), 2012a, 北海道太平洋沿岸に係る津波浸水予測図について (*Map Showing Areas with the Potential for Flooding from Tsunami in Pacific Coast of Hokkaido, northern Japan*)*.
URL: <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/bsb/tsunami/index.htm>
- 北海道(Hokkaido Government), 2012b, 想定地震見直しに係る検討報告書 (*Report of Revised Scenario Earthquake*)*. 北海道(Hokkaido Government), 4p.
URL: <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/bsb/jisinkazansenmon.htm>
- Hokkaido Tsunami Survey Group, 1993, Tsunami devastates Japanese coastal region. *EOS*, **74**, 417 and 432.
- 石川 智・鹿島 薫・七山 太・重野聖之(Ishikawa, S., Kashima, K., Nanayama, F. and Shigeno, K.), 2012, 北海道釧路市春採湖の湖底コアから推定される 17 世紀前半の津波堆積物の年代. 日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿集(*Japan Geosci. Union Meet. 2012, Abstr.*).
URL: http://www.jpгу.org/meeting_2012/
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会編(Earthquake Research Committee, Headquarters for Earthquake Research Promotion, Prime Minister's Office, Government of Japan, ed.), 2009, 日本の地震活動: 被害地震から見た地域別の特徴 第 2 版 (*Earthquake Activities of Japan: Features View from the*

- Point of View of Damaging Earthquake by Region, 2nd ed.*)
 * 株式会社実業公報社(Jitsugyo-koho Co.,Ltd.), 496p.
- 上手真基・山田和芳・齋藤めぐみ・奥野 充・安田善憲(Kamite, M., Yamada, K., Saito, M., Okuno, M. and Yasuda, Y.), 2010, 男鹿半島, 二ノ目潟, 三ノ目潟湖底堆積物の年縞構造と白頭山—苦小牧火山灰(B-Tm)の降灰年代. 地質雑(Jour. Geol. Soc. Japan), 116, 349–359.
- Kelsey, H., 佐竹健治・澤井祐紀・Sherrod, B., 下川浩一・宍倉正展(Kelsey, H., Satake, K., Sawai, Y., Sherrod, B., Shimokawa, K. and Shishikura, M.), 2002, 北海道東部における完新世後期の急激な海岸隆起の繰り返し. 活断層・古地震研究報告(Ann. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res.), no.2, 223–233.
- 国土交通省編(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, ed.), 2012, 平成22年港湾統計(年報)(Statistical Data of Port, Ann. Rep., 2010)*. 国土交通省(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism), 921p.
- 小菅正裕・池田仁美・鎌塚吉忠・佐藤 裕(Kosuga, M., Ikeda, H., Kamazuka, Y. and Sato, H.), 1986, 余震分布・地殻変動・津波データによる1983年日本海中部地震の静的断層モデル. 測地学会誌(Jour. Geodetic Soc. Japan), 32, 290–302.
- 町田 洋・新井房夫(Machida, H. and Arai, F.), 2003, 新編 火山灰アトラス: 日本列島とその周辺(Atlas of tephra in and around Japan). 東京大学出版会(Univ. Tokyo Press), 336p.
- 宮地直道・西村裕一(Miyaji, N. and Nishimura, Y.), 1994, 北海道南西沖地震(1993年7月12日)に伴う津波堆積物. 北海道地区自然災害科学資料センター報告(Bull. Nat. Disaster Sci. Data Center; Hokkaido), 9, 25–48.
- 宮田雄一郎・山口昇一・矢崎清貴(Miyata, Y., Yamaguchi, S. and Yazaki, K.), 1988, 計根別地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)(Geology of Keinebetsu District. Quadrangle Series, scale 1:50000), 地質調査所(Geol. Surv. Japan), 77p.
- 桃井信也・村田泰輔(Momoi, S. and Murata, T.), 1996, 複数の海洋微生物を用いた津波堆積物の解析: 1993年北海道南西沖地震を例として. 関東平野(Kanto Heiya), no.4, 145–152.
- 中村有吾・片山美紀・平川一臣(Nakamura, Y., Katayama, M. and Hirakawa, K.), 2002, 水和の影響を除去した北海道の完新世テフラガラス屈折率. 第四紀研究(Quatern. Res.), 41, 11–22.
- 中村有吾・西村裕一・中川光弘・Kaistrenko, V. M., Iliev, A. Y. (Nakamura, Y., Nishimura, Y., Nakagawa, M., Kaistrenko, V. M., Iliev, A. Y.), 2009, 国後島南部および色丹島における北海道起源の完新世広域テフラの同定. 火山(Bull. Volcanol. Soc. Japan), 54, 263–274.
- Nanayama, F., Furukawa, R., Shigeno, K., Makino, A., Soeda, Y. and Igarashi, Y., 2007, Nine unusually large tsunami deposits from the past 4000 years at Kiritappu marsh along the southern Kuril Trench. Sediment. Geol., 200, 275–294.
- 七山 太・牧野彰人・佐竹健治・古川竜太・横山芳春・中川 充(Nanayama, F., Makino, A., Satake, K., Furukawa, R., Yokoyama, Y. and Nakagawa, M.), 2001a, 釧路市春採湖コア中に認められる, 千島海溝沿岸域における過去9000年間に生じた20層の津波イベント堆積物. 活断層・古地震研究報告(Ann. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res.), no.1, 233–249.
- Nanayama F., Satake K., Furukawa R., Shimokawa K., Atwater B. F., Shigeno K. and Yamaki S., 2003, Unusually large earthquakes inferred from tsunami deposits along the Kuril trench. Nature, 424, 660–663.
- 七山 太・佐竹健治・下川浩一・古川竜太・重野聖之(Nanayama, F., Satake, K., Shimokawa, K., Furukawa, R. and Shigeno, K.), 2000, イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域の津波の遡上規模と再来間隔の検討. 地質調査所速報平成11年度活断層・古地震調査概要報告書(Geol. Surv. Japan Interim Rep., no. EQ/00/2(Interim Rep. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res. in the 1999 Fiscal Year)), 1–17.
- 七山 太・佐竹健治・下川浩一・重野聖之・小坂橋重一・宮坂省吾・石井正之(Nanayama, F., Satake, K., Shimokawa, K., Furukawa, R. and Shigeno, K.), 1998, 遡上型津波堆積物の堆積相と堆積過程: 1993年北海道南西沖地震津波の研究例. 月刊海洋号外(Kaiyo Monthly, Extra ed.), no.15, 140–146.
- 七山 太・重野聖之(Nanayama, F. and Shigeno, K.), 1998, 北海道東部, 千島海溝沿岸域における歴史津波堆積物: 研究序説. 月刊海洋号外(Kaiyo Monthly, Extra ed.), no.15, 177–182.
- Nanayama, F. and Shigeno, K., 2006, Inflow and outflow facies from the 1993 tsunami in southwest Hokkaido. Sediment. Geol., 187, 139–158.
- 七山 太・重野聖之・牧野彰人・佐竹健治・古川竜太(Nanayama, F., Shigeno, K., Makino, A., Satake, K. and Furukawa, R.), 2001b, イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域における津波の遡上規模の評価: 根室長節湖・床潭沼・馬主来沼, キナシベツ湿原および湧洞沼における研究例. 活断層・古地震研究報告(Ann. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res.), no.1, 251–272.
- 七山 太・重野聖之・三浦健一郎・古川竜太(Nanayama, F., Shigeno, K., Miura, K. and Furukawa, R.), 2004, 北海道東部, 根室市別当賀低地において記載された4層の津波砂層と広域イベント対比. 活断層・古地震研究報告(Ann. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res.), no.4, 9–15.
- 七山 太・重野聖之・三浦健一郎・牧野彰人・古川竜太・佐竹健治・斎藤健一・嵯峨山積・中川 充(Nanayama, F., Shigeno, K., Miura, K., Makino, A., Furukawa, R., Satake, K., Saito, K., Sagayama, T. and Nakagawa, M.), 2002, イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域における先史～歴史津波の遡上規模の評価: 十勝海岸地域の調査結果と根釧海岸地域との広域比較. 活断層・古地震研究報告(Ann. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res.), no.2, 209–222.
- Nanayama, F., Shigeno, K., Satake, K., Shimokawa, K., Koitabashi, S., Miyasaka, S. and Ishii, M., 2000, Sedimentary differences between the 1993 Hokkaido-nansei-oki tsunami and the 1959 Miyakojima typhoon at Taisei, southwestern Hokkaido, northern Japan. Sediment. Geol., 135, 255–264.
- 七山 太・重野聖之・添田雄二・古川竜太・岡橋久世・斎藤健一・横山芳春・佐竹健治・中川 充(Nanayama, F., Shigeno, K., Soeda, Y., Furukawa, R., Okahashi, H., Saito, K., Yokoyama, Y., Satake, K. and Nakagawa, M.), 2003, 北海道東部, 十勝海岸南部地域における17世紀の津波痕跡とその遡上規模の評価. 活断層・古地震研究報告(Ann. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res.), no.3, 297–314.
- Nishimura, Y., 2008, Volcanism-induced tsunamis and tsunamites. In Shiki, T., Tsuji, Y., Yamazaki, T. and Minoura, K., eds., Tsunamiites, Elsevier, 163–181.
- 西村裕一・宮地直道(Nishimura, Y. and Miyaji, N.), 1994, 北海道南西沖地震に伴う津波堆積物の分布および粒度特性. 月刊海洋号外(Kaiyo Monthly, Extra ed.), no.7, 139–147.
- Nishimura, Y. and Miyaji, N., 1995, Tsunami deposits from the 1993 southwest Hokkaido earthquake and the 1640 Hokkaido Komagatake eruption, northern Japan. Pure Appl. Geophys., 144, 719–733.
- 西村裕一・宮地直道(Nishimura, Y. and Miyaji, N.), 1998, 駒ヶ岳噴火津波(1640年)の堆積物中の痕跡. 月刊海洋号外(Kaiyo Monthly, Extra ed.), no.15, 172–176.
- 西村裕一・宮地直道・吉田真理夫(Nishimura, Y., Miyaji, N. and Yoshida, M.), 1999, 北海道北部, 日本海沿岸における津波堆積物調査. 歴史地震(Historical Earthquakes), no.15, 225–231.
- 西村裕一・宮地直道・吉田真理夫・村田泰輔・中川光弘(Nishimura, Y., Miyaji, N., Yoshida, M., Murata, T. and Nakagawa, M.), 2000a, 北海道霧多布湿原の泥炭層中から発見された1843年の津波堆積物. 第四紀研究(Quatern. Res.), 39, 451–460.
- Nishimura, Y. and Satake, K., 1993, Numerical computations of tsunamis from the past and future eruptions of Komagatake Volcano, Hokkaido, Japan. Proc. IGG/IOC Intern. Tsunami Symp., 573–583.
- 西村裕一・清水 洋(Nishimura, Y. and Shimizu, H.), 1993, 火山性津波の災害予測: 1640年北海道駒ヶ岳噴火と津波. 北海道地区自然災害科学資料センター報告(Bull. Nat. Disaster Sci. Data Center; Hokkaido), 8, 17–28.
- 西村裕一・鈴木正章・宮地直道・吉田真理夫・村田泰輔(Nishimura,

- Y., Suzuki, M., Miyaji, N., Yoshida, M. and Murata, T.), 2000b, 北海道渡島半島, 熊石町鮎川海岸で発見した歴史津波堆積物. 月刊地球号外(*Chikyu Monthly, Extra ed.*), no.28, 147–153.
- 岡村 聡・伊藤和矢・永井 潤・桑谷大祐・三浦祐紀・角井貴博・西村裕一・高清水康博・嵯峨山 積(Okamura, S., Ito, K., Nagai, J., Kuwatani, D., Miura, H., Kakui, T., Nishimura, Y., Takashimizu, Y. and Sagayama, T.), 2012, 北海道胆振海岸に分布する17世紀津波堆積物. 苫小牧市博物館館報(*Tomakomai City Museum Kanpo*)*, no.9, 15–24.
- 岡村行信・行谷佑一(Okamura, Y. and Namegaya, Y.), 2011, 17世紀に発生した千島海溝の連動型地震の再検討. 活断層・古地震研究報告(*Ann. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res.*), no.11, 15–20.
- 岡崎紀俊・地質研究所津波調査班(Okazaki, N. and Tsunami Survey Team of the Geological Survey of Hokkaido), 2011, 北海道太平洋岸における2011年東北地方太平洋沖地震の津波調査. 北海道地質研究所報告(*Rep. Geol. Surv. Hokkaido*), no.83, 1–15.
- 斎藤文紀・井内美郎・中嶋 健・金井 豊・池田国昭・横田節哉・羽坂俊一(Saito, Y., Iuchi, Y., Nakajima, K., Kanai, Y., Ikeda, K., Yokota, S. and Hasaka, S.), 1997, 津波・乱泥流堆積物調査. 日本海東縁部における地震発生ポテンシャル評価に関する総合研究(*General Study on Evaluation of the Earthquake Generation Potentials at the Eastern Edges of the Sea of Japan*), 114–127.
- 佐々木竜男・片山雅弘・音羽道三・天野洋司(Sasaki, T., Katayama, M., Ootaha, D. and Amano, Y.), 1970, 渡島半島の火山灰について. 北海道農業試験場土性調査報告(*Soil Surv. Rep., Hokkaido Natl. Agric. Exp. Sta.*), no.20, 255–286.
- 佐藤比呂志・嶋本利彦・堤 昭人・川本英子・宮脇昌弘(Sato, H., Shimamoto, T., Tsutsumi, A., Kawamoto, E. and Miyawaki, M.), 1994, 1993年北海道南西沖地震と1983年日本海中部地震に伴う陸上の津波堆積物. 活断層研究(*Act. Fault Res.*), no.12, 1–23.
- 佐竹健治・七山 太・山木 滋(Satake, K., Nanayama, F. and Yamaki, S.), 2003, 17世紀に北海道東部で発生した異常な津波の波源モデル. 活断層・古地震研究報告(*Ann. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res.*), no.3, 315–362.
- 佐竹健治・七山 太・山木 滋(Satake, K., Nanayama, F. and Yamaki, S.), 2004, 17世紀に北海道東部で発生した異常な津波の波源モデル(その2). 活断層・古地震研究報告(*Ann. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res.*), no.4, 17–29.
- Satake, K., Nanayama, F. and Yamaki, S., 2008, Fault models of unusual tsunami in the 17th century along the Kril trench. *Earth Planets Space*, **60**, 925–935.
- Sawai, Y., 2002, Evidence for 17th-century tsunamis generated on the Kuril–Kamchatka subduction zone, Lake Tokotan, Hokkaido, Japan. *Jour. Asian Earth Sci.*, **20**, 903–911.
- Sawai, Y., Kamataki, T., Shishikura, M., Nasu, H., Okamura, Y., Satake, K., Thomson, K. H., Matsumoto, D., Fujii, Y., Komatsubara, J. and Aung, T. T., 2009, Aperiodic recurrence of geologically recorded tsunami during the past 5500 years in eastern Hokkaido, Japan. *Jour. Geophys. Res.*, **114**, B01319.
- 澤井祐紀・佐竹健治・七山 太・添田雄二(Sawai, Y., Satake, K., Nanayama, F. and Soeda, Y.), 2004, 北海道東部厚岸町国泰寺跡において検出された津波堆積物の年代. 活断層・古地震研究報告(*Ann. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res.*), no.4, 1–7.
- Seno, T. and Sakurai, T., 1996, Can the Okhotsuk Plate be discriminated from the North American Plate? *Jour. Geophys. Res.*, **101**, 11305–11315.
- 重野聖之・福岡 哲・石井正之・添田雄二・古川竜太・七山 太(Shigeno, K., Fukuma, T., Ishii, M., Soeda, Y., Furukawa, R. and Nanayama, F.), 2006, 新しい地層採取装置, ACE ライナー: 霧多布湿原での巨大津波痕跡調査実験. 月刊地球(*Chikyu Monthly*), **28**, 568–571.
- 庄子貞雄・増井淳一(Shoji, S. and Masui, J.), 1974, 北海道川上郡標茶町のカムイヌプリ岳火山灰土壌の¹⁴C年代: 日本の第四紀層の¹⁴C年代(97). 地球科学(*Earth Sci. (Chikyu Kagaku)*), **28**, p101.
- 添田雄二・七山 太(Soeda, Y. and Nanayama, F.), 2005, 北海道東部太平洋沿岸, 春採湖コア中に認められる急激な古環境変化と巨大地震津波との関係. 地学雑(*Jour. Tokyo. Geogr. Soc.*), **114**, 626–630.
- 添田雄二・七山 太・重野聖之・古川竜太・熊崎農夫博・石井正之(Soeda, Y., Nanayama, F., Shigeno, K., Furukawa, R., Kumasaki, N. and Ishii, M.), 2004, 北海道東部太平洋沿岸域, 史跡国泰寺跡および汐見川低地において認定された先史時代の巨大津波イベント: 津波堆積物認定の際の堆積学的解析と珪藻遺骸分析併用の重要性. 地質学論集(*Mem. Geol. Soc. Japan*), no.58, 63–75.
- 添田雄二・七山 太・重野聖之・古川竜太・熊崎農夫博・堤 康夫・車塚 洋・澤井祐紀・佐竹健二・中川 充・山田悟郎・桂川 実・赤松守雄・石井正之(Soeda, Y., Nanayama, F., Shigeno, K., Furukawa, R., Kumasaki, N., Tsutsumi, Y., Kurumazuka, H., Sawai, Y., Satake, K., Nakagawa, M., Yamada, G., Katsuragawa, M., Akamatsu, M., and Ishii, M.), 2003, 北海道東部, 厚岸町史跡国泰寺跡の泥炭層中において発見された9層の津波砂層とその広域イベント対比. 活断層・古地震研究報告(*Ann. Rep. Act. Fault and Paleoeearthquake Res.*), no.3, 285–296.
- 高橋浩晃・笠原 稔(Takahashi, H. and Kasahara, M.), 2004, 2003年十勝沖地震: 1952年十勝沖地震からの地震活動・前震・本震・余震および誘発地震. 地震第2輯(*Jour. Seismol. Soc. Japan, 2nd Ser.*), **57**, 115–130.
- 高清水康博・永井 潤・岡村 聡・西村裕一(Takashimizu, Y., Nagai, J., Okamura, S. and Nishimura, Y.), 2013, 砂丘を越えて沿岸低地を遡上した津波による堆積モデル: 北海道胆振海岸東部に分布する17世紀津波堆積物の研究例. 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **119**, 1–16.
- 高清水康博・仁科健二(Takashimizu, Y. and Nishina, K.), 2010, 日高海岸から確認された17世紀津波堆積物(?)の特徴. 日本堆積学会2010年茨城大会講演要旨集(*Programs and Abstr., Ann. Meet. Sed. Soc. Japan, 2010 Ibaraki*), 93.
- 高清水康博・嵯峨山 積・仁科健二・岡 孝雄・中村有吾・西村裕一(Takashimizu, Y., Sagayama, T., Nishina, K., Oka, T., Nakamura, Y. and Nishimura, Y.), 2007, 北海道胆振海岸東部から確認された17世紀の津波堆積物. 第四紀研究(*Quatern. Res.*), **46**, 119–130.
- 宇津徳治(Utsu, T.), 1999, 地震活動総説(*Seismicity Studies: A Comprehensive Review*). 東京大学出版会(Univ. Tokyo Press), 876p.
- Wei, D. and Seno, T., 1998, Determination of the Amurian plate motion. In Flower, M. F. J., Chung, S.-L., Lo, C.-H. and Lee, T.-Y., eds., *Mantle Dynamics and Plate Interactions in East Asia*, Amer. Geophys. Union, 337–346.
- 山田 忍(Yamada, S.), 1958, 火山噴出物の堆積形態から見た沖積世における北海道火山の火山活動に関する研究. 地団研専報(*Monog. Assoc. Geol. Collab. Japan*), no.8, 1–40.
- 吉本充宏・古川竜太・七山 太・西村裕一・仁科健二・内田康人・宝田晋治・高橋 良・木下博久(Yoshimoto, M., Furukawa, R., Nanayama, F., Nishimura, Y., Nishina, K., Uchida, Y., Takarada, S., Takahashi, R. and Kinoshira, H.), 2003, 海域に流入した北海道駒ヶ岳火山1640年岩屑なだれ堆積物の分布と体積推定. 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **109**, 595–606.
- 吉本充宏・宮坂瑞穂・高橋 良・中川光弘・吉田邦夫(Yoshimoto, M., Amma-Miyasaka, M., Takahashi, R., Nakagawa, M. and Yoshida, K.), 2008, 北海道駒ヶ岳火山, 先歴史時代噴火活動の再検討. 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **114**, 336–347.

* English translation from the original written in Japanese

(要 旨)

高清水康博, 2013, 北海道の津波堆積物研究の現状と課題: 17 世紀巨大津波による堆積物の研究を中心に. 地質雑, **119**, 599–612. (Takashimizu, Y., 2013, Review of previous studies on tsunami deposits in Hokkaido, northern Japan: Focusing on the studies of deposits from 17th century large tsunamis and others. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **119**, 599–612.)

北海道における津波堆積物研究の現状と課題をまとめ, これまでに公表された北海道の津波堆積物研究に関する文献リストを示した. また, 将来の津波防災を考えた際に重要である 17 世紀津波堆積物についてレビューをした. 特に道東地域の“500 年間隔地震”による津波, 胆振地域の波源不明 17 世紀津波, および 1640 年北海道駒ヶ岳山体崩壊津波について研究経過と堆積物の特徴を述べた. その上で, 今後の課題を 3 つ述べた. すなわち, ①津波履歴の未解明地域における履歴解明, ②重要な社会インフラ施設周辺での重点的な調査, および③ 17 世紀津波(道東の“500 年間隔地震”による津波と胆振海岸の津波)の実態解明である.